



(10) **DE 10 2013 113 512 B4** 2019.03.28

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 113 512.9**
(22) Anmeldetag: **05.12.2013**
(43) Offenlegungstag: **05.06.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.03.2019**

(51) Int Cl.: **H03M 1/34 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
13/705,907 05.12.2012 US

(72) Erfinder:
Levy, David, 9241 Wernberg, AT

(73) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 85579 Neubiberg, DE

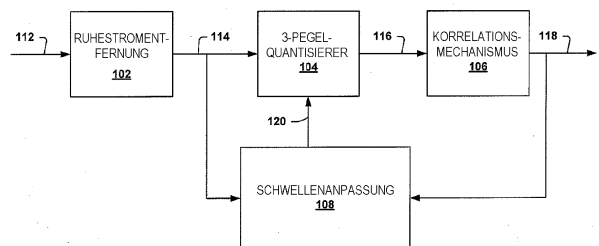
(56) Ermittelter Stand der Technik:

(74) Vertreter:
**2SPL Patentanwälte PartG mbB Schuler Schacht
Platzer Lehmann, 81373 München, DE**

US	6 704 374	B1
US	7 330 140	B2
US	2002 / 0 172 112	A1
US	2004 / 0 223 554	A1

(54) Bezeichnung: **SYMBOLDECODIERER, SCHWELLENSCHÄTZUNGS- UND KORRELATIONSSYSTEME UND -VERFAHREN**

(57) Hauptanspruch: Schwellenschätzsystem (100), welches Folgendes umfasst:
einen Pegelquantisierer (104), der dafür ausgelegt ist, ein Eingangssignal zu empfangen und ein Quantisierungssignal entsprechend einem oder mehreren Schwellenpegeln zu erzeugen,
einen Korrelationsmechanismus (106), der dafür ausgelegt ist, das Quantisierungssignal mit Referenzsymbolen zu korrelieren, um ein Symbol zu identifizieren, und
eine Schwellenanpassungskomponente (108), die dafür ausgelegt ist, den einen oder die mehreren Schwellenpegel entsprechend dem Quantisierungssignal und dem Symbol zu modifizieren.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Automobilsysteme sind komplexe Systeme, welche Computer und Komponenten zum Betreiben und Überwachen des Betriebs von Kraftfahrzeugen aufweisen. Die Automobilsysteme überwachen und steuern Automobilfunktionen, wie den Motorbetrieb, die Kraftstoffregelung, den Airbagbetrieb und dergleichen.

[0002] Die Automobilsystemkomponenten weisen Sensoren, Steuersysteme, eine Zentralsteuerung und dergleichen auf. Die Komponenten sind typischerweise über ein Fahrzeug verteilt und müssen miteinander kommunizieren. Beispielsweise senden Sensoren Sensormessungen zur Zentralsteuerung, werden Befehle zu Steuersystemen gesendet und dergleichen. Verschiedene Techniken können verwendet werden, um die Kommunikation zwischen Komponenten zu erleichtern.

[0003] Ein Ansatz besteht in der Verwendung eines verteilten Busses. Komponenten sind mit dem Bus verbunden und können Nachrichten oder Befehle zu anderen mit dem Bus verbundenen Komponenten senden und von diesen empfangen. Der verteilte Bus ermöglicht eine Kommunikation zwischen Komponenten an verschiedenen Orten in einem Fahrzeug. Das Dokument US2002/0172112A1 schlägt eine Asymmetrie-Korrekturschaltung vor, die eine Asymmetrie eines Eingangssignals innerhalb eines Analog- zu-Digital Konverters (ADC) ausgleichen und den dynamischen Bereich des ADC effizient nutzen kann. Dokument US7,330,140B2 beschreibt einen verschachtelten ADC mit mehreren kooperierenden einzelnen ADCs vor, in dem eine Ungleichheit von Betriebsparametern der einzelnen ADCs ausgeglichen wird.

[0004] Die Aufgabe besteht darin, einen verbesserten Empfang für eine leitungsgebundene Symbolübertragung zu erreichen. Diese Aufgabe wird durch ein System nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 13 gelöst.

Figurenliste

[0005] Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Systems zum Erhalten von Daten von einem Eingangssignal unter Verwendung einer Schwellenanpassung,

Fig. 2 einen Graphen eines Codierbeispiels für die Strommodulation,

Fig. 3 eine Codiertabelle für Symbole,

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Aktualisieren von Schwellenpegelwerten und

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Decodieren von Symbolen unter Verwendung eines Spitzenkorrelationsbewertungswerts.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0006] Die vorliegende Erfindung wird nun mit Bezug auf die anliegenden Figuren der Zeichnung beschrieben, wobei gleiche Bezugszahlen überall verwendet werden, um gleiche Elemente zu bezeichnen, und wobei die dargestellten Strukturen und Vorrichtungen nicht notwendigerweise maßstabsgerecht gezeichnet sind.

[0007] Die Offenbarung weist Systeme und Verfahren zum Ausführen einer Schwellenschätzung für verteilte Bussysteme auf. Die Systeme und Verfahren weisen Techniken zum Anpassen von Schwellenwerten und zum Identifizieren von Quantisierungspegeln auf.

[0008] Verteilte Bussysteme können in einer Vielzahl von Anwendungen, einschließlich Automobilsystemen, verwendet werden. Diese Systeme verwenden eine Vielzahl von Komponenten, einschließlich Sensoren, Steuersysteme, Zentralsteuereinrichtungen und dergleichen, sind jedoch nicht darauf beschränkt. Die Komponenten interagieren über Kommunikationen oder Nachrichten. Die Komponenten können als übergeordnete Einheiten und als untergeordnete Einheiten arbeiten und eine Strommodulation verwenden. Eine übergeordnete Einheit führt untergeordneten Einheiten einen Ruhestrom zu. Die untergeordnete Einheit moduliert den Strom in einer solchen Weise, dass die übergeordnete Einheit während einer Datenmodulation einen höheren Strom zuführen muss. Ein Empfänger des modulierten Stroms demoduliert das Eingangssignal und erhält einen Bitstrom.

[0009] Ein Schwellenschätzsystem gemäß einem Beispiel umfasst einen Pegelquantisierer, der dafür ausgelegt ist, ein Eingangssignal zu empfangen und ein Quantisierungssignal entsprechend einem oder mehreren Schwellenpegeln zu erzeugen; einen Korrelationsmechanismus, der dafür ausgelegt ist, das Quantisierungssignal mit Referenzsymbolen zu korrelieren, um ein Ausgangssignal zu erzeugen; und eine Schwellenanpassungskomponente, die dafür ausgelegt ist, den einen oder die mehreren Schwellenpegel entsprechend dem Ausgangssignal und dem Eingangssignal zu modifizieren.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform weisen der eine oder die mehreren Schwellenpegel mindestens 2 Schwellenpegel auf.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform ist das Eingangssignal ein differenzielles Signal, wobei eine Strommodulation an einem ersten modulierten Strompegel und einem zweiten modulierten Strompegel verwendet wird.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform ist der zweite modulierte Strompegel das Doppelte des ersten modulierten Strompegels.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das System ferner eine Ruhestromentfernungskomponente, die dafür ausgelegt ist, einen Ruhestrom aus dem Eingangssignal zu entfernen, bevor es vom Pegelquantisierer empfangen wird.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform weist das Eingangssignal Informationsbestandteile als Chips auf.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform haben die Chips eine spezifizierete Chipdauer.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform entspricht ein Teil der Chips einem Symbol.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform ist die Schwellenanpassungskomponente dafür ausgelegt, einen durchschnittlichen gemessenen Strom zu erhalten und einen erwarteten durchschnittlichen Strom für ein Symbol anhand des Ausgangssignals zu bestimmen.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform ist die Schwellenanpassungskomponente dafür ausgelegt, eine Fehlerschätzung entsprechend dem durchschnittlichen gemessenen Strom und dem erwarteten durchschnittlichen Strom zu erhalten und den einen oder die mehreren Schwellenpegel entsprechend der Fehlerschätzung zu modifizieren.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform ist der Korrelationsmechanismus dafür ausgelegt, einen Korrelationsbewertungswert anhand Quantisierungsabstastwerten des Quantisierungssignals zu erzeugen und Symbole entsprechend dem Korrelationsbewertungswert zu decodieren.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform ist der Korrelationsmechanismus dafür ausgelegt, Referenzwerte und Grenzkreuzungen zu verwenden, um den Korrelationsbewertungswert zu erzeugen.

[0021] Ein Verfahren für aktualisierte Schwellenpegel, die für eine Quantisierung gemäß einer Ausführungsform verwendet werden, umfasst folgende Schritte: Erhalten von Stromschwellenwerten für ein Symbol, Erzeugen eines durchschnittlichen gemessenen Stroms für das Symbol, Erzeugen eines erwarteten durchschnittlichen Stroms für das Symbol entsprechend den Stromschwellenwerten und Erhal-

ten einer Fehlerschätzung entsprechend dem durchschnittlichen gemessenen Strom und dem erwarteten durchschnittlichen Strom.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Erzeugen aktualisierter Schwellenwerte entsprechend der Fehlerschätzung.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform sind die Stromschwellenwerte Anfangswerte.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Erhalten von Abstastwerten eines modulierten Stromsignals zum Erzeugen des durchschnittlichen gemessenen Stroms.

[0025] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Skalieren der Fehlerschätzung mit einem Faktor zum Abmildern einer Überkorrektur.

[0026] Ein Verfahren zum Erkennen von Symbolen in einem Quantisierungssignal gemäß einer Ausführungsform umfasst folgende Schritte: Erhalten eines Satzes von Abstastwerten, beginnend mit einem letzten Abstastwert, Erzeugen eines Korrelationsbewertungswerts für den Satz von Abstastwerten und Vergleichen des Korrelationsbewertungswerts mit mindestens einem vorhergehenden Korrelationsbewertungswert, um einen Spitzenkorrelationsbewertungswert zu identifizieren.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Auswählen eines Symbols beim Identifizieren des Spitzenkorrelationsbewertungswerts durch Korrelieren des Spitzenkorrelationsbewertungswerts mit Referenzwerten.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Erhalten eines anderen Satzes von Abstastwerten, beginnend mit einem nächsten Abstastwert.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform weist das Erhalten des Satzes von Abstastwerten das Erhalten von drei Abstastwerten pro Chip von einem Quantisierungssignal auf.

[0030] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein System **100** zum Erhalten von Daten von einem Eingangssignal unter Verwendung einer Schwellenanpassung zeigt. Das System **100** kann verwendet werden, um Bitströme von Daten von strombasierten Nachrichtenschemata in der Art verteilter Bussysteme zu erhalten. Es sei bemerkt, dass das System **100** der Erläuterung dient und dass Abänderungen erwogen werden.

[0031] Das System **100** zeigt, wie ein modulierter Strom von einer Komponente empfangen und verarbeitet werden kann, um einen Bitstrom von Infor-

mationen zu erhalten. Das System **100** verwendet Quantisierungstechniken und eine Korrelation, um den Bitstrom abzuleiten, wie nachstehend gezeigt wird. Es wird ein Mehrpegelstrommodulationsschema verwendet, welches bei einem Beispiel verwendet wird, um Symbole zu erzeugen, die jeweils bis zu 4 Bits an Dateninhalt haben. Das System **100** kann für Bussysteme verwendet werden, welche die verteilten Systemschnittstellen-(DSI und DSI3)-Standards, die peripheren Sensorschnittstellen-(PSI oder PSI5)-Standards und dergleichen einschließen, jedoch nicht darauf beschränkt sind. Es sei bemerkt, dass andere Codierungen und Symbole bei Abänderungen des Systems verwendet werden können.

[0032] Das System **100** weist eine Ruhestromentfernungskomponente **102**, einen Quantisierer **104**, einen Korrelationsmechanismus **106** und eine Schwellenanpassungskomponente **108** auf. Die Ruhekomponente **102** empfängt ein Eingangssignal **112** in Form eines modulierten Eingangstroms. Das Eingangssignal **112** hat einen Stromwert, der von 0 bis zu einem Maximalwert reicht, welcher zeitlich variiert, um Informationen bereitzustellen. Die Ruhekomponente **102** entfernt zumindest einen Teil des im Eingangssignal **112** vorhandenen Ruhestroms und erzeugt ein differenzielles Signal **114**, bei dem der Ruhestrom zumindest teilweise entfernt ist. Bei einem Beispiel schätzt die Ruhekomponente **102** den Gleichstrom, wenn keine Modulation stattfindet, und entfernt dann den geschätzten Gleichstrom als den Ruhestrom aus dem Eingangssignal **112**.

[0033] Der Quantisierer **104** empfängt das differenzielle Signal **114** aus der Ruhekomponente **102**. Der Quantisierer **104** ist ein Mehrpegelquantisierer und quantisiert das differenzielle Signal in einen von mehreren Pegeln in der Art des Pegels **0**, des Pegels **1** und des Pegels **2**. Der Quantisierer **104** vergleicht das differenzielle Signal **114** mit den Schwellenpegeln **120** und stellt quantisierte Abtastwerte als das quantisierte Signal **116** bereit. Die Schwellenpegel **120** werden geschätzt und kontinuierlich angepasst. Bei einem Beispiel gibt es 3 Pegel für 16 mögliche Symbole mit jeweils 3 Chips, die gemäß dem verteilten Systemschnittstellen-(DSI)-Standard verwendet werden. Bei einem anderen Beispiel gibt es gemäß einem peripheren Sensorschnittstellen-(PSI)-Standard zwei mögliche Pegel für 2 mögliche Symbole mit jeweils 2 Chips. Es sei bemerkt, dass der Quantisierer **104** dafür ausgelegt werden kann, zu einer geeigneten Anzahl von Pegeln zu quantisieren.

[0034] Bei einem Beispiel ist ein Pegel **1** ein Schwellenwert für den Signalstrom bei etwa einem ersten Wert, der hier als ein Antwortrahmenpegel (I_{RESP}) bezeichnet wird. Der Pegel **2** ist ein Schwellenwert für den Signalstrom bei in etwa einem zweiten Wert, der in etwa zwei Mal so groß ist wie jener von Pegel **1**. Für den Pegel **2** wird der zweite Wert auch in Bezug auf

den Antwortrahmen als $2 * I_{RESP}$ bezeichnet. Falls bei diesem Beispiel das Signal **114** kleiner als der Pegel **1** ist, wird das Signal **116** auf 0 quantisiert. Falls das Signal **14** größer als der Pegel **2** ist, wird das Signal **116** auf einen Wert von 2 quantisiert. Andernfalls wird das Signal **116** auf einen Wert von 1 quantisiert.

[0035] Der Korrelationsmechanismus **106** erhält das quantisierte Signal **116** vom Quantisierer **104**. Der Korrelationsmechanismus **106** verwendet die quantisierten Abtastwerte im Signal **116** zum Erkennen oder Identifizieren erwarteter Muster und zum Erzeugen eines Bitstroms **118**. Weitere Einzelheiten der Operation des Korrelationsmechanismus **106** werden nachstehend bereitgestellt.

[0036] Die Schwellenanpassungskomponente **108** schätzt die vom Quantisierer **104** verwendeten Quantisierungspegel **120** und passt diese an. Demgemäß werden zuvor verwendete Schwellenwerte unter Verwendung des differenziellen Signals **114** und des Ausgangsbitstroms **118** analysiert und aktualisiert. Das differenzielle Signal **114** und der Ausgangsbitstrom **118** werden verwendet, um fehlerhafte Chipcodierungen zu identifizieren und die Schwellenpegelwerte **120**, möglicherweise iterativ, anzupassen. Die aktualisierten Pegel **120** werden dem Quantisierer **104** bereitgestellt, um die Quantisierung zu erleichtern. Zusätzliche Einzelheiten zur Operation der Schwellenanpassungskomponente **108** werden nachstehend bereitgestellt.

[0037] Fig. 2 ist ein Graph, der ein Codierbeispiel für die Strommodulation zeigt. Das Beispiel zeigt ein Signal **202**, welches Informationen unter Verwendung einer spezifischen Modulationstechnik, einschließlich variierten Stromwerte, bereitstellt. Das Signal **202** kann für Antwortrahmen, wie von einer untergeordneten Einheit zu einer übergeordneten Einheit in einem verteilten Bussystem, verwendet werden.

[0038] Der Graph **200** zeigt die Zeit entlang einer x-Achse und den Strom des modulierten Stromsignals auf einer y-Achse. Der Graph **200** ist als ein Beispiel zum Erleichtern des Verständnisses bereitgestellt.

[0039] Wie vorstehend erwähnt wurde, wird der modulierte Strom unter Verwendung eines Ruhestroms und dreier Strommodulationspegel, nämlich Pegel **0**, Pegel **1** und Pegel **2**, erzeugt. Die Modulationspegel entsprechend den vorstehend beschriebenen Schwellenpegeln. Pegel **0** ist ein Modulationspegel bei einem Modulationsstrom von etwa null plus dem Ruhestrom. Pegel **1** ist ein Modulationspegel bei einem Modulationsstrom bei etwa einem ersten Wert oberhalb des Ruhestroms, der hier als Antwortrahmenpegel (I_{RESP}) bezeichnet wird. Pegel **2** ist ein Modulationspegel bei einem Modulationsstrom bei etwa einem zweiten Wert, der etwa um das Zweifache von Pegel **1** über dem Ruhestrom liegt. Für Pegel **2** wird

der zweite Wert auch in Bezug auf den Antwortrahmen als $2 * I_{RESP}$ bezeichnet.

[0040] Die Modulationspegel korrelieren mit Datenwerte, wie gezeigt ist. Der Modulationsstrom bei Pegel **0** entspricht einem Datenwert von 0, der Strom bei Pegel **1** entspricht einem Datenwert von 1, der Strom bei Pegel **2** entspricht einem Datenwert von 2. Ein Symbol weist 4 Datenbits unter Verwendung der 3 Chips pro Symbol auf.

[0041] Der kleinste Betrag oder Bestandteil von Informationen, die übermittelt werden, wird als Chip bezeichnet, wodurch einer der Strommodulationspegel dargestellt wird. Eine minimale Dauer, während derer der Absender (die untergeordnete Einheit) das Signal während der Datenübertragung beim gleichen Modulationspegel hält, ist t_{chip} . Drei einzelne aufeinander folgende Chips bilden ein Symbol. Beispielsweise zeigt **Fig. 2**, dass der 1., der 2. und der 3. Chip das Symbol **1** umfassen. Es ist auch ersichtlich, dass die durch das Symbol **1** übermittelten Daten „1 1 0“ sind. Die durch das Symbol **2** übermittelten Daten sind „2 0 2“. Zusätzlich sind die durch das Symbol **3** übermittelten Daten „2 1 2“.

[0042] **Fig. 3** ist eine Codiertabelle **300** für Symbole. Die Tabelle 300 stellt Beispielsymbolcodierungen für das System **100** aus **Fig. 1** und die Beispielcodierungen für den Modulationsstrom in **Fig. 2** bereit. Es sei bemerkt, dass auch andere geeignete Codierungen für das System **100** aus **Fig. 1** und Variationen davon verwendet werden können.

[0043] Es gibt 16 mögliche Codierungen für ein Symbol in der Tabelle 300, welches den 4 Datenbits pro Symbol, die vorstehend spezifiziert wurden, folgt. Jede Zeile korreliert einen Symboldatenwert mit einer Symbolcodierung. Das Symbol weist einen ersten Chip, einen zweiten Chip und einen dritten Chip auf, wie dargestellt ist.

[0044] Jede Symbolcodierung weist einen entsprechenden Datenwert auf. Beispielsweise ergibt Symbol **1** aus **Fig. 2** Chipwerte „1 1 0“, was einem Symboldatenwert von 0 entspricht. Chipwerte von „2 0 2“ entsprechen einem Symboldatenwert von 3. Chipwerte von „2 1 2“ entsprechen einem Symboldatenwert von 5.

[0045] Auf **Fig. 1** zurück verweisend sei bemerkt, dass die Schwellenanpassungskomponente **108** eine Anfangsschätzung der Schwellenwerte **120** bereitstellt, welche Pegel 0, Pegel 1 und Pegel 2 aufweisen. Die Anfangsschätzungen können durch einen geeigneten Ansatz vorgegeben oder bereitgestellt werden. Anschließend passt die Schwellenanpassungskomponente **108** die Schwellenwerte entsprechend einer geeigneten Technik oder einem ge-

eigneten Algorithmus an. Ein Beispiel wird nachstehend bereitgestellt.

[0046] Der Algorithmus gibt einen Satz von Schwellenpegelschätzungen für jedes durch den Korrelationsmechanismus detektierte Symbol aus. Der Anfang des ersten Symbols in einem Rahmen (oder einer Sequenz) ist die erste Zeit, zu der ein differenzielles Signal mit einer Strompegel-1-Schwelle gekreuzt wird. Der Anfang der Sequenz wird durch den Korrelationsmechanismus **106** detektiert und mit dem Datenbitstrom **118** der Schwellenanpassungskomponente **108** bereitgestellt.

[0047] Ein durchschnittlicher gemessener Strom für eine Dauer eines Symbols ist in (1) angegeben.

$$\mu_m = \frac{1}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} I_m [i] \quad (1)$$

[0048] Hierbei ist μ_m die Anzahl der Stromabstastwerte im detektierten Symbol und ist $I_m [i]$ der gemessene differenzielle Strom des Abstastwerts i . n_s kann infolge von Verzerrungen in der Art einer Kanalphasenverzerrung oder einer Taktfehlanspassung zwischen Komponenten von Symbol zu Symbol variieren.

[0049] Der durchschnittliche Strom variiert entsprechend dem Symbol, wie in **Fig. 3** dargestellt ist. Demgemäß kann das erkannte Symbol verwendet werden, um einen erwarteten Strom zu berechnen. Der durchschnittliche erwartete Strom μ_e ist in Gleichung (2) angegeben.

$$\mu_e = \frac{1}{3} (n_{c1} I_1 [s-1] + n_{c2} I_2 [s-1]) \quad (2)$$

[0050] Hierbei sind n_{c1} und n_{c2} die Anzahl der Chips bei Pegel 1 bzw. Pegel 2 für das erkannte Symbol. Ein Fehlerbetrag ε wird als die Differenz zwischen dem gemessenen und dem erwarteten Strom bestimmt.

$$\varepsilon = \mu_m - \mu_e \quad (3)$$

[0051] Der Fehlerbetrag kann in Fehler in Bezug auf Pegel 1 und Pegel 2 zerlegt werden, wie in (4) dargestellt ist.

$$\varepsilon = \frac{1}{3} n_{c1} \varepsilon_1 + n_{c2} \varepsilon_2 \quad (4)$$

[0052] Hierbei ist ε_1 ein Fehlerbetrag für Pegel 1 und ist ε_2 ein Fehlerbetrag für Pegel 2. Unter der Annahme, dass es keinen Sättigungseffekt für die Ströme gibt, wird die folgende Beziehung in (5) erhalten.

$$I_1[s] = \frac{I_2[s]}{2} \quad (5)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_2}{2} \quad (6)$$

[0053] Dann wird die Beziehung zwischen einem Fehler für Pegel 1 und einem Fehler für Pegel 2 in (6) gezeigt. Unter Verwendung der vorstehenden Gleichungen (2), (3), (4), (5) und (6) wird der Fehler für den differentiellen Strompegel 2 als Funktion des gemessenen durchschnittlichen Stroms und des vorhergehenden Strompegels erhalten, wie in (7) gezeigt ist.

$$\varepsilon_2 = \frac{3\mu_m - \left(\frac{n_{c1}}{2} + n_{c2}\right) I_2[s-1]}{\frac{n_{c1}}{2} + n_{c2}} \quad (7)$$

[0054] Ein ähnlicher Ansatz wird verwendet, um den Fehler für Pegel 1 zu erhalten, und ist in (8) gezeigt.

$$\varepsilon_1 = \frac{3\mu_m - \left(\frac{n_{c1}}{2} + n_{c2}\right) I_1[s-1]}{\frac{n_{c1}}{2} + n_{c2}} \quad (8)$$

[0055] Die Fehler können für das Aktualisieren der Schwellenwerte **120** verwendet werden. Allerdings kann eine infinite Impulsantwort (IIR) erster Ordnung verwendet werden, um eine Überkorrektur der Schwellenpegelwerte **120** abzumildern. Ein auch als Abmilderungsfaktor bezeichneter Alphawert wird ausgewählt, um die Überkorrektur abzumildern, wie in den nachstehenden Gleichungen (9) und (10) dargestellt ist. Der Alphawert kann vergrößert werden, um die Konvergenzzeit zum optimalen oder verbesserten Schwellenwert oder zu den optimalen oder verbesserten Schwellenwerten zu erhöhen. Der Alphawert kann verkleinert werden, um große Oszillationen um den optimalen oder verbesserten Schwellenwert zu vermeiden oder abzumildern. Der Alphawert kann von 0 bis 1 reichen. Einige Beispiele geeigneter Alphawerte weisen 0,25, 0,125 und 0,0625 auf. Allerdings ist zu verstehen, dass die Alphawerte bei der Implementation variieren können.

$$I_1[s] = I_1[s-1](1-\alpha) + \alpha(I_1[s-1] + \varepsilon_1) = I_1[s-1] + \alpha\varepsilon_1 \quad (9)$$

$$I_2[s] = I_2[s-1] + \alpha\varepsilon_2 \quad (10)$$

[0056] Die Schwellenwerte nach dem Empfang des Abtastwerts, $T_{01}[s]$ und $T_{12}[s]$, sind die Mittelwerte

zwischen Pegel 1 und Pegel 2, wie in (11) und (12) dargestellt ist.

$$T_{01}[s] = \frac{I_2[s]}{2} \quad (11)$$

$$T_{12}[s] = \frac{I_1[s] + I_2[s]}{2} \quad (12)$$

[0057] Die aktualisierten Schwellenwerte **120** werden dem Quantisierer **104** bereitgestellt. Die aktualisierten Werte **120** werden für das nächste Symbol verwendet, und der Prozess wird wiederholt.

[0058] Der Korrelationsmechanismus **106** verwendet das Quantisierungssignal **116**, welches Quantisierungsabtastwerte aufweist, um Symbole zu erkennen und einen Datenbitstrom **118** zu erzeugen. Der Mechanismus **106** berechnet einen Korrelationsbewertungswert und verwendet den Korrelationsbewertungswert zum Decodieren der Abtastwerte zu erkannten Symbolen.

[0059] Die letzten N quantisierten Abtastwerte $q[1], q[2], \dots, q[N]$ werden gespeichert oder vom Quantisierungssignal erhalten, wobei $q[N]$ der älteste Abtastwert ist. Der Wert von N wird so ausgewählt, dass er durch die Anzahl der Chips pro Symbol teilbar ist, welche für den Fall der DSI-Version 3 3 ist und für den Fall der PSI-Version 5 2 ist. Bei einem Beispiel wird N als 27 ausgewählt, was zu 9 Abtastwerten pro Chip führt. Entsprechende Referenzwerte werden auch nach **Fig. 3** ausgewählt. Die Referenzwerte werden als $r_j[i]$ bezeichnet, wobei j die Referenznummer (codierte Daten) ist und i die Abtastwertnummer ist. Demgemäß ist $r_2[0] = 2$, was **Fig. 3** entspricht, worin dargestellt ist, dass die codierten Daten für 2 für den neuesten Abtastwert (letzter von Chip 3) einen Chipwert von 2 bereitstellen.

[0060] Angrenzend an mehrere Chips (Grenzkreuzungen) genommene Quantisierungsabtastwerte unterliegen einer Intersymbolinterferenz. Ihre Werte neigen dazu, nicht ideal zu sein, weil die Signale zwischen Pegeln übergehen. Daher werden ihre Werte als unbekannt oder unnötig angesehen. Demgemäß werden Interchipreferenzwerte nicht verglichen. Interchipreferenzwerte werden als $c[i]$ bezeichnet, wobei i die Abtastwertnummer ist. Die Interchipreferenzwerte werden an Grenzkreuzungen auf 0 gesetzt, wie in (21) gezeigt ist.

$$c[i] = \begin{cases} 0 & \text{falls } i = 1, \frac{N}{8}, \frac{N}{8} + 1, \frac{2N}{8}, \frac{2N}{8} + 1, N \\ 1 & \text{andere } i - \text{Werte} \end{cases} \quad (21)$$

[0061] Ein Abtastwertkorrelationsbewertungswert wird durch Gleichung (22) definiert.

$$\sigma_j[i] = \begin{cases} -|q[i] - r_j[i]| & \text{falls } q[i] \neq r_j[i] \\ 1 & \text{falls } q[i] = r_j[i] \end{cases} \quad (22)$$

[0062] Gleichung (22) vergleicht einen Abtastwert mit einem erwarteten Referenzwert. Falls sie gleich sind, wird der Bewertungswert inkrementiert. Falls sie verschieden sind, wird der Bewertungswert verringert. Falls die Differenz zwischen der Referenz und dem Abtastwert 1 ist, wird der Bewertungswert dekrementiert. Falls die Differenz zwischen der Referenz und dem Abtastwert 2 ist, wird der Bewertungswert um 2 verringert.

[0063] Ein Gesamtkorrelationsbewertungswert für ein Symbol ist lediglich die Summe der Abtastwertkorrelationsbewertungswerte über alle Abtastwerte, wie durch (23) gezeigt ist.

$$s_j = \sum_{i=1}^N c[i] \sigma_j[i] \quad (23)$$

[0064] Der Korrelationsmechanismus **106** analysiert die Korrelationsbewertungswerte jedes Mal dann, wenn ein neuer Abtastwert empfangen wird, und entscheidet, welche Referenz mit den letzten N Abtastwerten korreliert. Eine genaue Symbollänge kann nicht bekannt sein und infolge von Ungenauigkeiten in der Art von Sensortaktungenauigkeiten und Empfängertaktungenauigkeiten variieren. Eine Technik für das Identifizieren der Symbollänge besteht darin, eine Spitze im Gesamtkorrelationsbewertungswert zu suchen. Dies kann durch Vergleichen eines vorhergehenden Korrelationsbewertungswerts für den vorhergehenden Abtastwert s'_j mit dem aktuellen Korrelationsbewertungswert S_j für alle j geschehen. Falls zwei oder mehr Referenzen eine Spitze gleichzeitig erreicht haben, wird die Referenz mit der höchsten Spitze S'_m ausgewählt.

[0065] Falls die vorstehende Technik nicht die genaue Symbollänge bereitstellt, muss die Länge noch zumindest eine minimale Anzahl von Abtastwerten N_{\min} haben. Demgemäß wird jede Spitze vor dem Erreichen der minimalen Anzahl von Abtastwerten N_{\min} ignoriert. Für ein erstes Symbol beginnt ein Abtastwertzähler mit einer ersten Kreuzung von einer der Stromschwellen. Für nachfolgende Symbole wird der Abtastwertzähler jedes Mal dann zurückgesetzt, wenn ein Symbol detektiert wird. Falls die höchste Spitze S'_m ferner einen niedrigeren Bewertungswert hat als ein fester Schwellenbewertungswert S_{th} , wird auch die Spitze ignoriert, weil es eine schwache Korrelation zwischen der Referenz und dem Symbol gibt.

[0066] Falls der höchste bei einer Referenz m erreichte Spitzenbewertungswert S'_m , verglichen mit allen anderen Referenzen, nicht der maximale Bewertungswert ist, wird die Spitze S'_m auch ignoriert. Dies impliziert, dass irgendeine andere Referenz eine höhere Korrelation hat als die Referenz m , der Spitzenkorrelationsbewertungswert für diese andere Referenz jedoch noch nicht erreicht wurde.

[0067] Falls der Spitzenkorrelationsbewertungswert S'_m nicht ignoriert wurde, wird die Referenz m als das für die letzten N Abtastwerte erkannte Muster gewählt. Die Referenz m ist bei einem Beispiel eine der 16 möglichen Symbolcodierungen, die in der in **Fig. 3** präsentierten Tabelle gezeigt sind. Sobald das Symbol identifiziert wurde, wird eine neue Mustererkennung mit neuen Abtastwerten eingeleitet.

[0068] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren **400** zum Aktualisieren von Schwellenpegelwerten zeigt. Das Verfahren **400** kann iterativ verwendet werden, um von einem Quantisierer in der Art des in **Fig. 1** beschriebenen Quantisierers **104** verwendete Schwellenwerte iterativ anzupassen und zu verbessern. Das Verfahren **400** verwendet ein Symbol und misst Abtastwerte, um eine Fehlerschätzung zu erzeugen. Die erzeugte Schätzung wird dann verwendet, um Schwellenpegelwerte zu aktualisieren oder anzupassen, wodurch die Operation eines Bussystems erleichtert wird. Es sei bemerkt, dass das Verfahren **400** und Variationen davon für die Operation der Schwellenanpassungskomponente **108** verwendet werden können.

[0069] Das Verfahren **400** beginnt in Block **402**, wo Stromschwellenwerte erhalten werden. Die Stromschwellenwerte weisen einen Wert für einen oder mehrere Pegel auf, die beim Modulieren des Stroms zur Kommunikation verwendet werden. Bei einem Beispiel weisen die Schwellenwerte **3** Pegel auf. Die Schwellenwerte können anfänglich zugewiesene Werte sein oder von einer vorhergehenden Anpassung eines vorhergehenden Werts erhalten werden.

[0070] Ein durchschnittlicher gemessener Strom für ein Symbol wird in Block **404** erhalten. Der durchschnittliche gemessene Strom wird erhalten, indem eine Anzahl von Abtastwerten während einer Symbolperiode erhalten wird und ein durchschnittlicher gemessener Strom anhand der Abtastwerte berechnet wird.

[0071] Ein erwarteter durchschnittlicher Strom für das Symbol wird in Block **406** bestimmt. Der erwartete durchschnittliche Strom kann vom durchschnittlichen gemessenen Strom infolge von Verzerrungen und dergleichen abweichen. Der erwartete durchschnittliche Strom wird unter Verwendung erwarteter Pegel für Chips im detektierten Symbol abgeleitet und kann als nahezu ideal angesehen werden.

[0072] Eine Fehlerschätzung für die Schwellenwerte wird in Block **408** unter Verwendung des durchschnittlichen gemessenen Stroms und des erwarteten durchschnittlichen Stroms erhalten. Der durchschnittliche gemessene Strom kann mit dem erwarteten durchschnittlichen Strom verglichen werden. Zusätzlich kann die Fehlerschätzung auch für jeden der Schwellenpegel erhalten werden.

[0073] Modifizierte Schwellenpegel werden in Block **410** unter Verwendung der Stromschwellenwerte und der Fehlerschätzung erzeugt. Die Fehlerschätzungen pro Pegel können verwendet werden, um individuelle Pegel der modifizierten Schwellenpegel anzupassen.

[0074] Wie vorstehend gezeigt wurde, kann ein Skalierungsfaktor (Alpha) verwendet werden, um eine Überkorrektur abzumildern.

[0075] Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, welches ein Verfahren **500** zum Decodieren von Symbolen unter Verwendung eines Spitzenkorrelationsbewertungswerts zeigt. Das Verfahren kann die Gleichungen (21) bis (23) verwenden, um einen Spitzenkorrelationsbewertungswert zu berechnen und Symbole von einem Satz quantisierter Abtastwerte zu erkennen oder zu identifizieren.

[0076] Ein Gesamtkorrelationsbewertungswert wird für ein Referenzsymbol unter Verwendung eines Satzes aufeinander folgender quantisierter Abtastwerte in Block **502** erzeugt. Der Satz von Abtastwerten wird so ausgewählt, dass er durch die Anzahl der Chips pro Symbol teilbar ist und beispielsweise die letzten N Abtastwerte aufweist. Der Gesamtkorrelationsbewertungswert kann für jeden neuen Abtastwert neu erzeugt werden, aber dennoch auf den letzten N Abtastwerten beruhen.

[0077] Der Gesamtkorrelationsbewertungswert wird mit einem vorhergehenden Korrelationsbewertungswert für ein vorhergehendes Referenzsymbol verglichen. Die Referenz mit der höchsten Spitze wird in Block **504** als ein Spitzenkorrelationsbewertungswert ausgewählt.

[0078] Es wird in Block **506** eine Prüfung ausgeführt, ob eine minimale Anzahl von Abtastwerten seit dem letzten decodierten Symbol aufgetreten ist. Falls die Anzahl der quantisierten Abtastwerte größer als die minimale Anzahl ist, geht das Verfahren **500** zu Block **508**. Andernfalls geht das Verfahren **500** zu Block **516**.

[0079] Es wird in Block **508** geprüft, ob der Spitzenkorrelationsbewertungswert einen niedrigeren Bewertungswert hat als ein Schwellenbewertungswert. Falls dies der Fall ist, wird der Spitzenkorrelationsbewertungswert ignoriert, und das Verfahren wird in Block **516** fortgesetzt. Dies impliziert, dass es eine

schwache Korrelation zwischen der Referenz und einem Symbol gibt. Andernfalls geht das Verfahren **500** zu Block **510**.

[0080] Es wird in Block **510** festgestellt, ob der Spitzenkorrelationsbewertungswert nicht der maximale Bewertungswert ist, wenn er mit allen anderen Referenzen verglichen wird. Falls er dies nicht ist, wird der Spitzenkorrelationsbewertungswert ignoriert, und das Verfahren **500** wird in Block **516** fortgesetzt.

[0081] Falls der Spitzenkorrelationsbewertungswert auch der maximale Bewertungswert ist, wird die Referenz in Block **512** als das für den Satz von Abtastwerten erkannte Symbol oder Muster gewählt. Der Satz gespeicherter Absatzwerte wird in Block **514** zurückgesetzt. Eine neue Mustererkennung wird mit einem neuen Satz von Abtastwerten fortgesetzt, indem wieder in Block **502** begonnen wird.

[0082] Wenngleich die vorstehenden Verfahren als eine Reihe von Schritten oder Ereignissen erläutert und beschrieben wurden, ist zu verstehen, dass die erläuterte Reihenfolge dieser Schritte oder Ereignisse nicht in einschränkendem Sinne interpretiert werden sollte. Beispielsweise können einige Schritte in anderen Reihenfolgen und/oder gleichzeitig mit anderen Schritten oder Ereignissen außer jenen, die hier erläutert und/oder beschrieben sind, geschehen. Zusätzlich können nicht alle erläuterten Schritte erforderlich sein, um einen oder mehrere Aspekte oder Ausführungsformen der hier vorgestellten Offenbarung zu implementieren. Auch können einer oder mehrere der hier dargestellten Schritte in einem oder mehreren getrennten Schritten und/oder Phasen ausgeführt werden.

[0083] Es sei bemerkt, dass der beanspruchte Erfindungsgegenstand als ein Verfahren, eine Vorrichtung oder ein Herstellungsgegenstand unter Verwendung standardmäßiger Programmier- und/oder Ingenieurstechniken für das Erzeugen von Software, Firmware, Hardware oder einer Kombination davon zum Steuern eines Computers für das Implementieren des offenbarten Erfindungsgegenstands implementiert werden kann (beispielsweise sind die vorstehend dargestellten Systeme nicht einschränkende Beispiele eines Systems, das für das Implementieren der offenbarten Verfahren verwendet werden kann). Der hier verwendete Begriff „Herstellungsgegenstand“ soll ein Computerprogramm einschließen, das von irgendeiner computerlesbaren Vorrichtung, Träger oder Medium zugänglich ist. Natürlich werden Fachleute viele Modifikationen erkennen, die an dieser Konfiguration vorgenommen werden können, ohne vom Schutzzumfang oder Gedanken des beanspruchten Erfindungsgegenstands abzuweichen.

[0084] Ein Schwellenschätzsystem weist einen Pegelquantisierer, einen Korrelationsmechanismus und

eine Schwellenanpassungskomponente auf. Der Pegelquantisierer ist dafür ausgelegt, ein Eingangssignal zu empfangen und ein Quantisierungssignal anhand des Eingangssignals entsprechend einem oder mehreren Schwellenpegeln zu erzeugen. Der Korrelationsmechanismus ist dafür ausgelegt, das Quantisierungssignal mit Referenzsymbolen zu korrelieren, um ein Ausgangssignal zu erzeugen. Die Schwellenanpassungskomponente ist dafür ausgelegt, den einen oder die mehreren Schwellenpegel entsprechend dem Ausgangssignal und dem Eingangssignal zu modifizieren.

[0085] Es ist ein Verfahren zum Aktualisieren von Schwellenpegeln, die für eine Quantisierung verwendet werden, offenbart. Es werden Stromschwellenwerte für ein Symbol erhalten. Ein durchschnittlicher gemessener Strom wird für das Symbol anhand eines modulierten Stromsignals erzeugt. Ein erwarteter durchschnittlicher Strom wird für das Symbol entsprechend den Stromschwellenwerten erzeugt. Eine Fehlerschätzung wird entsprechend dem durchschnittlichen gemessenen Strom und dem erwarteten durchschnittlichen Strom erhalten.

[0086] Es ist ein Verfahren zum Erkennen von Symbolen in einem Quantisierungssignal offenbart. Ein Satz aufeinander folgender Quantisierungsabstastwerte wird beginnend mit einem letzten Abstastwert erhalten. Die Anzahl der Abstastwerte entspricht einem Symbol oder einer Symbolgröße. Ein Korrelationsbewertungswert wird für den Satz von Abstastwerten erzeugt. Der Korrelationsbewertungswert wird mit mindestens einem vorhergehenden Korrelationsbewertungswert verglichen, um einen Spitzenkorrelationsbewertungswert zu identifizieren. Beim Identifizieren des Spitzenkorrelationsbewertungswerts wird ein Symbol dem Satz von Abstastwerten zugewiesen. Das Symbol kann in einem Ausgangssignal bereitgestellt werden.

[0087] Unter besonderem Bezug auf die verschiedenen von den vorstehend beschriebenen Komponenten oder Strukturen (Anordnungen, Vorrichtungen, Schaltungen, Systemen usw.) ausgeführten Funktionen sollen die für das Beschreiben dieser Komponenten verwendeten Begriffe (einschließlich eines Bezugs auf ein „Mittel“), soweit nichts anderes angegeben wird, einer beliebigen Komponente oder Struktur entsprechen, die die spezifizierte Funktion der beschriebenen Komponente ausführt (die beispielsweise funktionell gleichwertig ist), wenngleich sie der offenbarten Struktur, welche die Funktion in den hier erläuterten als Beispiel dienenden Implementationen der Erfindung ausführt, nicht strukturell gleichwertig ist. Wenngleich zusätzlich ein bestimmtes Merkmal der Erfindung mit Bezug auf nur eine von mehreren Implementationen offenbart worden sein kann, kann dieses Merkmal mit einem oder mehreren anderen Merkmalen der anderen Implementationen kom-

biniert werden, wie es für eine gegebene oder bestimmte Anwendung erwünscht und vorteilhaft sein kann. Ferner sollen in dem Maße, in dem die Begriffe „aufweisend“, „weist auf“, „habend“, „hat“, „mit“ oder Varianten davon entweder in der detaillierten Beschreibung und den Ansprüchen verwendet werden, diese Begriffe ähnlich dem Begriff „umfassen“ als einschließend verstanden werden.

Patentansprüche

1. Schwellenschätzsystem (100), welches Folgendes umfasst:
 - einen Pegelquantisierer (104), der dafür ausgelegt ist, ein Eingangssignal zu empfangen und ein Quantisierungssignal entsprechend einem oder mehreren Schwellenpegeln zu erzeugen,
 - einen Korrelationsmechanismus (106), der dafür ausgelegt ist, das Quantisierungssignal mit Referenzsymbolen zu korrelieren, um ein Symbol zu identifizieren, und
 - eine Schwellenanpassungskomponente (108), die dafür ausgelegt ist, den einen oder die mehreren Schwellenpegel entsprechend dem Quantisierungssignal und dem Symbol zu modifizieren.
2. System nach Anspruch 1, wobei der eine oder die mehreren Schwellenpegel mindestens 2 Schwellenpegel aufweisen.
3. System nach Anspruch 1, wobei das Eingangssignal (102) ein differenzielles Signal ist, das eine Strommodulation bei einem ersten modulierten Strompegel und einem zweiten modulierten Strompegel verwendet.
4. System nach Anspruch 3, wobei der zweite modulierte Strompegel zwei Mal so groß ist wie der erste modulierte Strompegel.
5. System nach Anspruch 1, welches ferner eine Ruhestromentfernungskomponente (102) umfasst, die dafür ausgelegt ist, einen Ruhestrom aus dem Eingangssignal zu entfernen, bevor es vom Pegelquantisierer empfangen wird.
6. System nach Anspruch 1, wobei das Eingangssignal (102) Informationsbestandteile als Chips aufweist.
7. System nach Anspruch 6, wobei die Chips eine spezifizierte Chipdauer haben.
8. System nach Anspruch 6, wobei ein Teil der Chips einem Symbol entspricht.
9. System nach Anspruch 1, wobei die Schwellenanpassungskomponente (108) dafür ausgelegt ist, einen durchschnittlichen gemessenen Strom zu erhal-

ten und einen erwarteten durchschnittlichen Strom für das Symbol zu bestimmen.

10. System nach Anspruch 9, wobei die Schwellenanpassungskomponente (108) dafür ausgelegt ist, eine Fehlerschätzung entsprechend dem durchschnittlichen gemessenen Strom und dem erwarteten durchschnittlichen Strom zu erhalten und den einen oder die mehreren Schwellenpegel entsprechend der Fehlerschätzung zu modifizieren.

11. System nach Anspruch 1, wobei der Korrelationsmechanismus (106) dafür ausgelegt ist, einen Korrelationsbewertungswert anhand Quantisierungsabtastrwerten des Quantisierungssignals zu erzeugen und Symbole entsprechend dem Korrelationsbewertungswert zu decodieren.

12. System nach Anspruch 1, wobei der Korrelationsmechanismus (106) dafür ausgelegt ist, Referenzwerte und Grenzkreuzungen zu verwenden, um den Korrelationsbewertungswert zu erzeugen.

13. Verfahren für aktualisierte Schwellenpegel (400), die zur Quantisierung verwendet werden, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
Erhalten von Stromschwellenwerten,
Identifizieren eines Symbols (402) basierend auf den Stromschwellenwerten und Referenzsymbolen;
Erzeugen eines durchschnittlichen gemessenen Stroms für das Symbol (404),
Erzeugen eines erwarteten durchschnittlichen Stroms für das Symbol (406) ;und
Erhalten einer Fehlerschätzung (408) entsprechend dem durchschnittlichen gemessenen Strom und dem erwarteten durchschnittlichen Strom.

14. Verfahren nach Anspruch 13, welches ferner das Erzeugen aktualisierter Schwellenwerte (410) entsprechend der Fehlerschätzung umfasst.

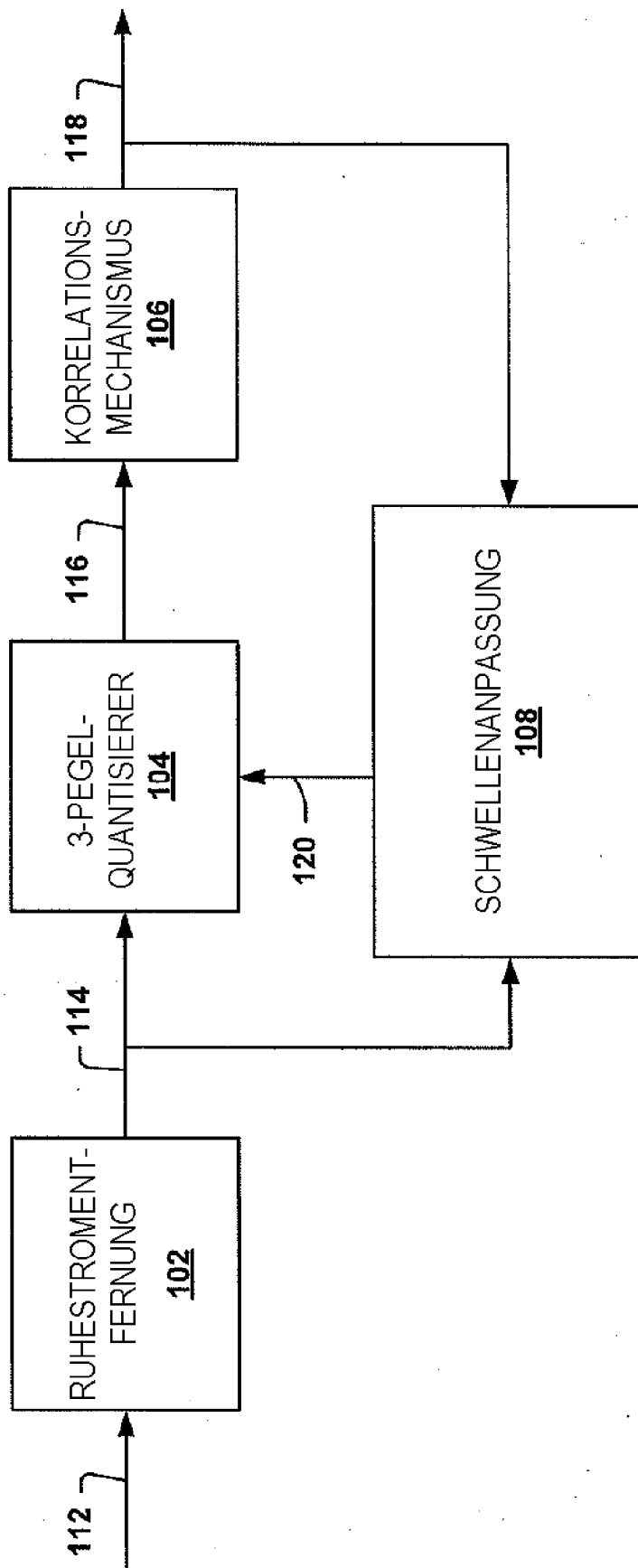
15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Stromschwellenwerte Anfangswerte sind.

16. Verfahren nach Anspruch 13, wobei Abtastrwerte eines modulierten Stromsignals zum Erzeugen des durchschnittlichen gemessenen Stroms erhalten werden (404).

17. Verfahren nach Anspruch 13, welches ferner das Skalieren der Fehlerschätzung mit einem Faktor zum Abmildern einer Überkorrektur umfasst.

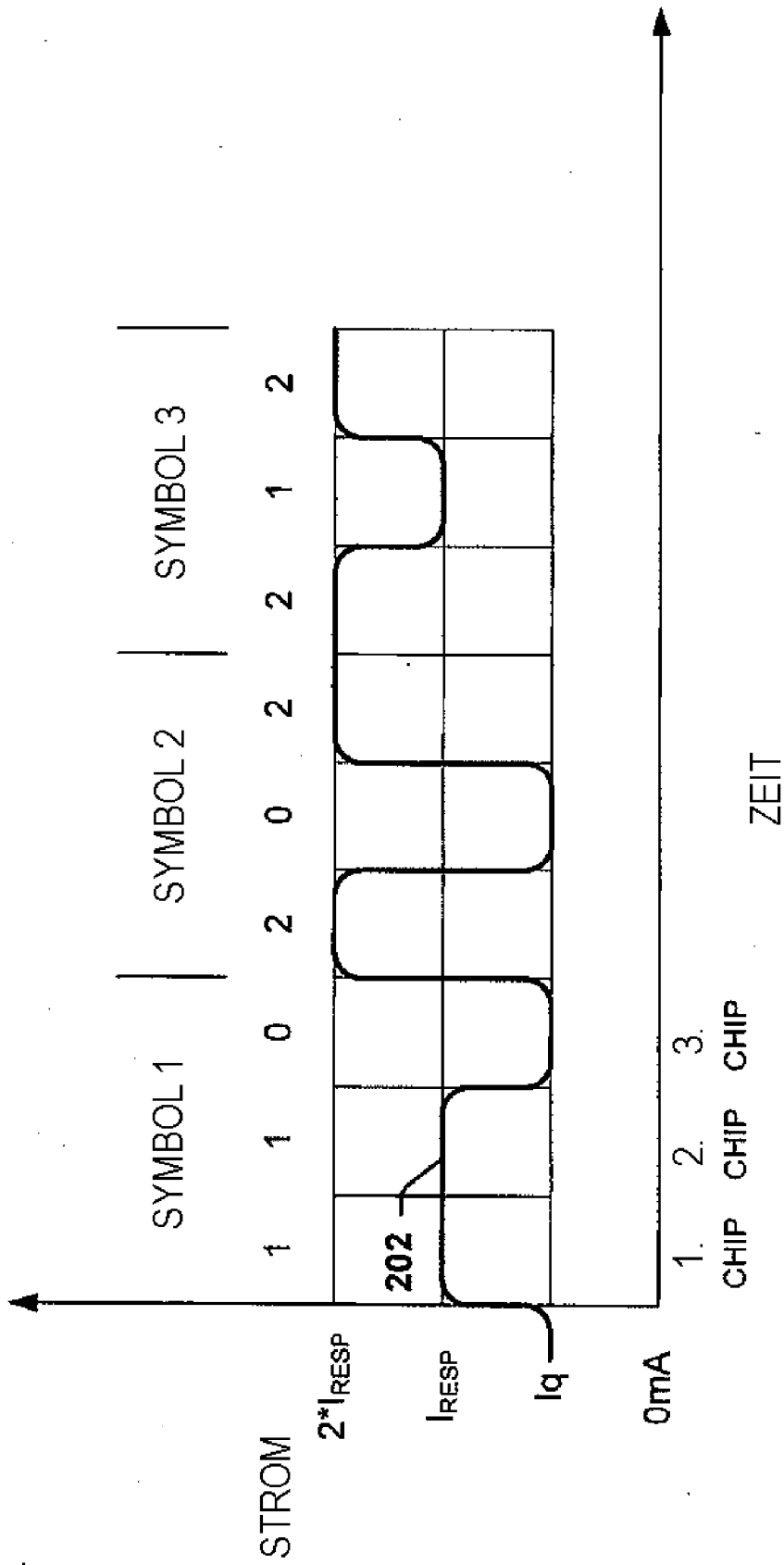
Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



100 ↗

FIG. 1



200 ↗

FIG. 2

CODIERTE DATEN	SYMBOL		
	CHIP 1	CHIP 2	CHIP 3
0	1	1	0
1	2	1	1
2	1	0	2
3	2	0	2
4	1	0	0
5	2	1	2
6	1	1	2
7	2	0	1
8	2	2	0
9	2	1	0
10	1	2	2
11	2	2	1
12	1	2	0
13	2	0	0
14	1	0	1
15	1	2	1

300

**FIG. 3**

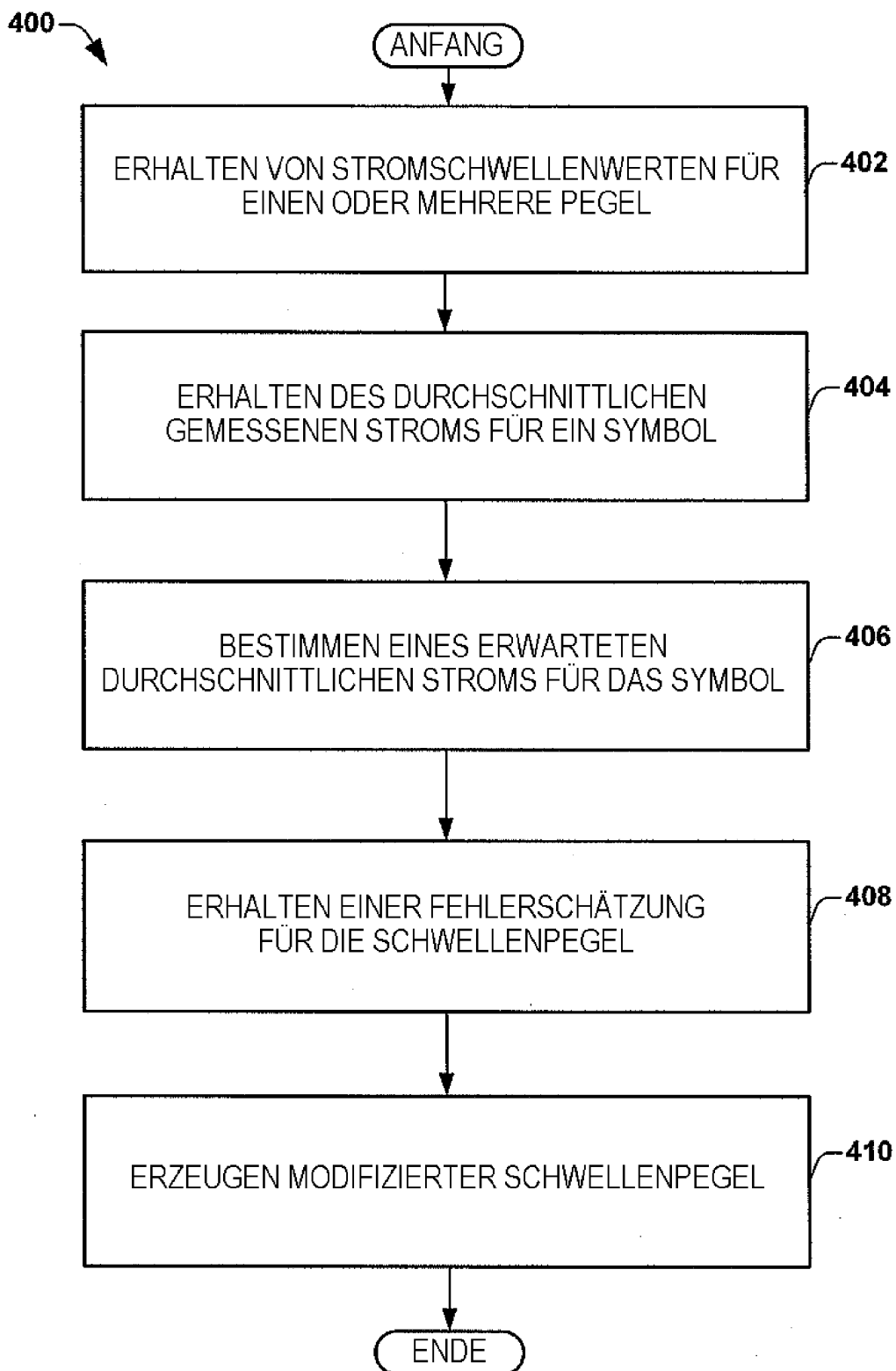


FIG. 4

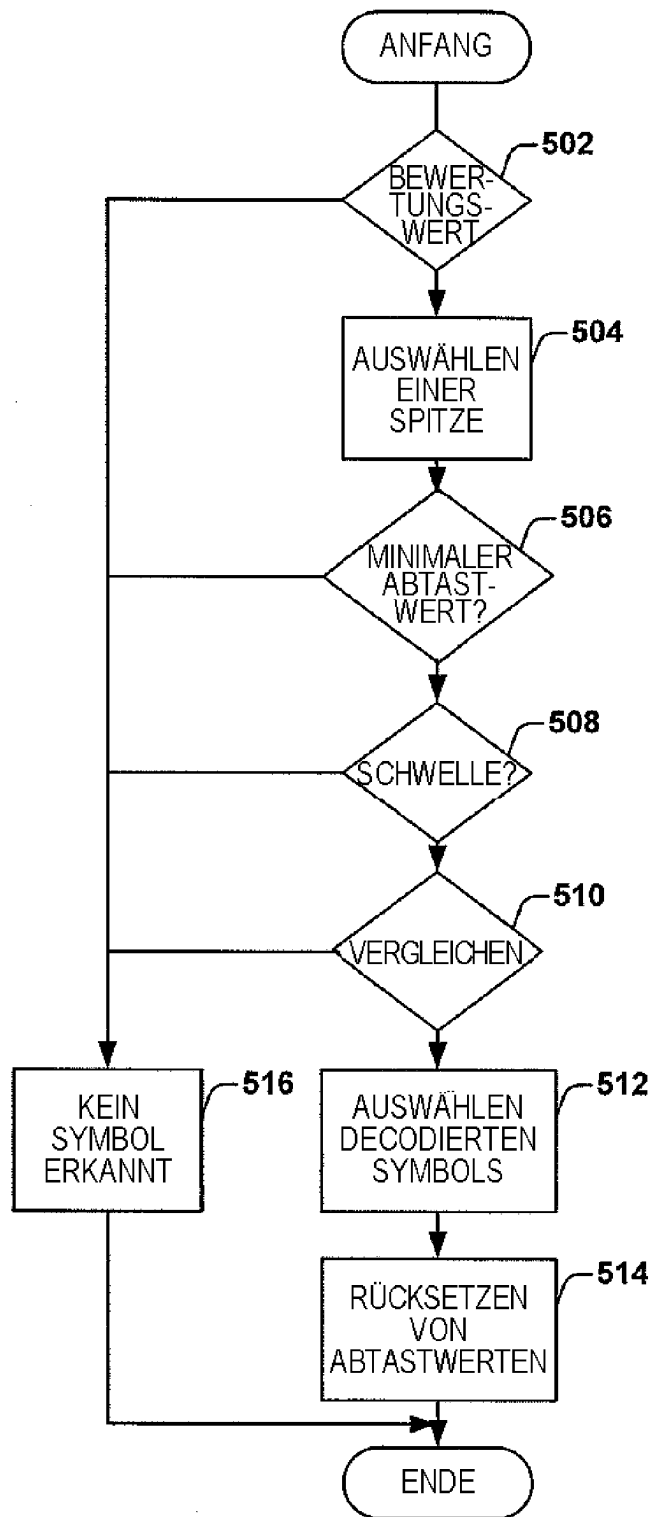


FIG. 5